

尿素和磷酸二氢钾对红蓝石蒜生长的影响

鲍淳松¹, 时 剑², 张鹏冲¹, 张海珍¹, 徐芸茜¹

(1. 杭州植物园, 浙江 杭州 310013; 2. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 探讨了施用不同水平的尿素和磷酸二氢钾对红蓝石蒜 *Lycoris haywardii* 当季和翌年生长季叶片生长状况及鳞茎生物量的影响, 并对叶量进行主观评价。结果表明: 高用量施用尿素对红蓝石蒜叶片数量、叶片长度、芽数、鳞茎数量以及鳞茎生物量等均产生了显著的负面影响; 红蓝石蒜对磷酸二氢钾的耐受性良好, 高用量施用对当年生叶片数量有显著的促进作用, 但翌年影响不明显; 叶片数量与鳞茎生物量呈线性相关关系, 与主观评价定性结果相一致, 可以利用主观评价法估计鳞茎的生物量动态变化, 实时掌握施肥对鳞茎产量的影响效果。表 8 参 10

关键词: 园艺学; 红蓝石蒜; 施肥; 生物量; 主观评价

中图分类号: S682.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2012)01-0041-05

Lycoris haywardii growth with carbamide and KH_2PO_4 treatments

BAO Chun-song¹, SHI Jian², ZHANG Peng-chong¹, ZHANG Hai-zhen¹, XU Yun-qian¹

(1. Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou 310013, Zhejiang, China; 2. School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: To study the effects of carbamide and KH_2PO_4 as fertilizer on leaf growth and bulb biomass of *Lycoris haywardii* over two successive growing seasons, an experiment with a two-factor design of four different carbamide and KH_2PO_4 application levels (carbamide at 0, 0.5, 1.0 and 1.5 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$; KH_2PO_4 at 0, 0.35, 0.70 and 1.05 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) as a topdressing fertilizer and three repetitions was established. Data were analyzed with SSPS16.0. Results showed that carbamide applications ($>0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) had a significant ($P<0.05$) negative effect on leaf number, sprout number, bulb number and bulb biomass in the next growing season, and leaf length in the following growing season. The KH_2PO_4 treatment at 0.35 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ in the following growing season significantly increased the leaf count ($P<0.05$). Leaf quantity was linearly and positively related to the bulb biomass (linear regression; $r=0.941$, $P=0.000$) and was similar to qualitative results from subjective evaluations. So, subjective evaluation could be used to estimate live-weight trends for bulb biomass and to evaluate growth effects of *L. haywardii* with fertilization. [Ch, 8 tab. 10 ref.]

Key words: horticulture; *Lycoris haywardii*; fertilizer; biomass; subjective evaluation

红蓝石蒜 *Lycoris haywardii* 为具地下鳞茎的多年生草本植物, 主要分布于中国东南部^[1], 因其花形奇特, 色彩艳丽, 可作为切花、盆花和观花观叶地被植物, 有“中国的郁金香”“魔术花”之称, 是一种极具开发潜力的球根花卉。石蒜在中国有 1 500 多年的栽培历史, 但对石蒜属 *Lycoris* 植物深入的栽培研究却刚刚开始。目前, 石蒜属植物栽培技术相对滞后, 致使种球生长缓慢, 产量不高^[2], 无法满足日益扩大的市场需求。所以, 对石蒜属植物进行栽培技术的研究是实现丰产、高产所不可缺少的, 也是开展现代化园艺栽培的必经之路。刘青等^[3]对石蒜属花卉栽培中种球的选择、栽植深度、栽植密度、栽植时间以及生长期光照、水分管理技术等进行了概况总结; 李云龙^[4]指出石蒜属植物因不同种类的耐寒性、休眠习性和花期等差异, 在栽培管理、繁殖等方面要按照各自生物学、生态学习性区别对待; 李玉萍等^[5]针对遮光和栽培密度对石蒜生长及切花品质的影响进行研究; 杨志玲^[6]研究了施肥对红花石蒜物质积累

收稿日期: 2011-04-19; 修回日期: 2011-08-17

作者简介: 鲍淳松, 高级工程师, 从事园林植物研究。E-mail: bcs@hzcnec.com

和分配规律的影响；刘志高等^[7]对石蒜栽培中施用氮磷钾肥的效应以及施肥量模型进行了初步探讨。笔者^[8-9]结合前人研究成果，对前期的施肥试验研究总结显示，红蓝石蒜对正常施肥量范围的敏感性很低，生长效应不明显。为了揭示红蓝石蒜对施肥的生长效应，确定合理的施肥量模式，本研究通过设不同施肥水平探讨了红蓝石蒜生长对施肥的响应，研究其营养生长的基本规律。

1 材料与方方法

1.1 试验材料

红蓝石蒜种球取自杭州植物园圃地，选取鳞茎直径大小均匀一致的种球，种球平均直径为 3.6~4.7 cm，总体平均直径为 4.2 cm，各处理间平均直径大小无显著性差异。尿素由中国石化镇海炼化化工股份有限公司生产，总氮量 $\geq 465 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，磷酸二氢钾(KH_2PO_4)由杭州大明化工有限公司生产，磷酸二氢钾量(以干基计) $\geq 980 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 栽培地概况

试验在杭州植物园试验区(30°15'N, 120°16'E)进行，试验圃地土壤为红壤，土壤全氮为 $1.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，全磷 $1.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，有机质 $37.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，阳离子交换量 $5.4 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，pH 5.8。

1.3 试验处理和管理方法

2007年5月上旬整理试验地，畦宽为 1 m，于 2007年7月17日栽植，均匀栽母球 8 个 \cdot 行 $^{-1}$ ，株距约为 10 cm \times 10 cm，作为 1 个处理，处理间隔离带 50 cm。试验共用种球 384 个，采用尿素和磷酸二氢钾双因素设计，4 水平，共计 16 个处理，重复 3 次，有种球 128 个 \cdot 重复 $^{-1}$ ($4 \times 4 \times 8 = 128$)。

2008年11月5日对红蓝石蒜试验地土壤施肥，尿素 4 个水平的施用量分别为 0, 0.50, 1.00, 1.50 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ，分别用 A0(ck), A1, A2, A3 表示；磷酸二氢钾 4 水平施用量分别为 0, 0.35, 0.70, 1.05 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ，用 B0(ck), B1, B2, B3 表示。栽植后进行常规管理，当叶片生长达到最大时，进行全面观测记录，测定叶数、叶长、株数等指标，并对叶量的多少作主观评价。2010年7月8日挖掘出鳞茎，清洁后样品于 85 °C 烘干至恒量。

2 结果与分析

2.1 施肥对叶片数量的影响

2009年1月9日的单丛平均叶片数观测结果如表 1。叶片数是从定植的 1 个母球生长而来。方差分析结果表明：尿素各处理间差异不显著，磷酸二氢钾处理间有显著性差异，2 个因素之间的交互作用差异不显著。进行 q 检验，得 $q_{0.05}(4, 32) = 3.838$ ， $D = 6.747$ ，结果表明：B1 与 B0 之间有显著性差异，其他处理之间无显著性差异。

表 2 为 2010 年 2 月 21 日的单丛叶片平均数观测结果。通过对平均叶数的方差分析可知：尿素处理间有显著性差异，磷酸二氢钾处理间无显著性差异，双因素交互作用亦无显著性差异。进行 q 检验， $q_{0.05}(4, 32) = 3.838$ ， $D = 12.542$ ，结果表明：A0 与 A2, A3 及 A1 与 A3 之间有显著性差异，其他处理之间无显著性差异。

红蓝石蒜是石蒜属植物中较耐肥的一种，但 A₁ 水平的尿素用量当期生长就表现了过量施肥的影响，而 B1 水平的磷酸二氢钾用量促进了叶数量的增加，叶片数显著高于 B0(ck)水平，可以看出：磷酸二氢钾施用

表 1 施肥当年生长季红蓝石蒜单丛叶片平均数

Table 1 Average leaf numbers of single clump of *Lycoris haywardii* in the following growing season after fertilization

处理水平	单丛叶片数				平均
	A1	A2	A3	A0	
B1	35.4	35.0	28.1	39.1	34.4 ^{(B1-B0)*}
B2	29.9	27.4	28.8	30.7	29.2
B3	29.4	27.8	24.1	34.5	29.0
B0	28.5	28.4	29.2	23.8	27.5 ^{(B1-B0)*}
平均	30.8	29.7	27.6	32.0	30.0

说明：* 表示处理间存在显著性差异($P < 0.05$)。

表 2 施肥后翌年生长季红蓝石蒜单丛叶片平均数

Table 2 Average leaf numbers of single clump of *Lycoris haywardii* in the next growing season after fertilization

处理水平	单丛叶片数				平均
	A1	A2	A3	A0	
B1	43.8	38.1	19.9	59.9	40.4
B2	36.3	30.7	24.7	50.8	35.6
B3	45.8	24.7	16.9	51.8	34.8
B0	33.5	28.1	26.6	38.2	31.6
平均	39.9 ^{(A1-A3)*}	30.4 ^{(A0-A2)*}	22.1 ^{(A0-A3, (A1-A3)*}	50.2 ^{(A0-A2, A0-A3)*}	35.6

说明：* 表示处理间存在显著性差异($P < 0.05$)。

量最佳水平应小于 B2 水平。由于过量施用尿素产生“烧苗”现象，影响了次年出叶，特别是使用量最高的 A3 处理，叶数显著小于 A0, A1 处理。从均值可以看出，用量越多负面影响越大。如果存在一个最佳的尿素用量，那么一定是低于 A1 水平，即小于 $0.50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。翌年的 B 处理不同水平，虽然没有显著性差异，但趋势仍然存在。

2.2 施肥对叶片长度的影响

2009 年 1 月 9 日对红蓝石蒜平均叶片长度进行观测，结果如表 3 所示。经方差分析可知：尿素各处理间有显著性差异，磷酸二氢钾处理间无显著性差异，双因素交互作用亦无显著性差异，进行 q 检验， $q_{0.05}(4, 32) = 3.838$, $D = 5.907$ ，表明 A3 与 A0, A1 以及 A2 与 A0 有显著性差异，其他处理之间无显著性差异。2010 年 2 月 21 日对红蓝石蒜平均叶片长度进行观测分析，各处理间平均叶长无显著性差异(数据从略)。由于尿素施用过量，超出了红蓝石蒜自身的调节能力，使叶片长度的生长受到很大影响，但对次年叶片长度的生长影响不显著。

2.3 施肥对芽数和鳞茎数量的影响

芽数指 1 个母球栽植后经增殖生长产生的芽心数(a)(表 4)。对 2009 年 1 月 9 日平均芽数结果进行分析，各组合处理间无显著性差异，其中 A0, A1, A2, A3 平均分别为 4.04, 3.84, 3.74, 3.76，但 2010 年 2 月 21 日测定结果显示，尿素各处理间有显著性差异，磷酸二氢钾处理间无显著性差异，两者交互作用无显著性差异(方差分析表略)。经 q 检验， $q_{0.05}(4, 32) = 3.838$, $D = 1.172$ ，表明 A0 与 A2, A3 以及 A1 与 A3 有显著性差异。

鳞茎数量(b)与芽数量有关，但芽数不能决定鳞茎的多少，因为母球还未分球时就会有芽的分生，之后才可能发育成鳞茎和新的植株。通过对 2010 年 7 月 8 日起掘的平均鳞茎数量的方差分析可知，尿素各处理间有显著性差异，磷酸二氢钾处理间无显著性差异，两者交互作用亦无显著性差异。 q 检验，得 $q_{0.05}(4, 32) = 3.838$, $D = 11.176$ ，表明 A0 与 A2, A3 以及 A1 与 A3 有显著性差异，其他处理之间无显著性差异(表 5)。

由于高量施肥使鳞茎受损，有些甚至受损死亡，有些受迫后转换成新的小球，从而导致尿素用量越高，鳞茎数量反而越少。各处理中以 A0 水平最好，鳞茎芽数最多。另外根据 A0 × B0 空白组合处理平均鳞茎数量得知，栽植 3 a 时间，鳞茎数量从 8 个母鳞茎增加到了 33.7，增加了 3 倍多，而过量施肥则表现出减少的趋势。

2.4 施肥对鳞茎生物量的影响

鳞茎生物量(c)以干质量计，鲜球含水量为 73.2%。通过对平均鳞茎生物量的方差分析可知：尿素各处理间有显著性差异，磷酸二氢钾处理间无显著性差异，两者交互作用无显著性影响。进行 q 检验， $q_{0.05}$

表 3 施肥当年生长季红蓝石蒜平均叶片长度

Table 3 Average leaf lengths of *Lycoris haywardii* in the following growing season after fertilization

处理水平	叶片长度/cm				平均
	A1	A2	A3	A0	
B1	21.6	22.4	15.6	28.8	22.1
B2	18.8	17.2	16.2	25.3	19.4
B3	25.2	14.1	13.4	24.2	19.2
B0	20.6	19.8	15.6	26.6	20.6
平均	21.6 ^{(A1-A3)*}	18.4 ^{(A0-A2)*}	15.2 ^{(A0-A3, A1-A3)*}	26.2 ^{(A0-A2, A0-A3)*}	20.3

说明：* 表示处理间存在显著性差异($P < 0.05$)。

表 4 施肥后翌年生长季红蓝石蒜芽数 q 检验

Table 4 The q test of sprout numbers of *Lycoris haywardii* in the next growing season after fertilization

处理水平	芽数/个	$a_{A1}-a_{A3}$	$a_{A1}-a_{A2}$	$a_{A1}-a_{A0}$
A0	5.14	2.02*	1.49*	0.73
A1	4.41	1.29*	0.76	
A2	3.65	0.53		
A3	3.12			

说明：* 表示处理间存在显著性差异($P < 0.05$)。

表 5 施肥后翌年生长季红蓝石蒜鳞茎数量 q 检验

Table 5 q test on bulb numbers of *Lycoris haywardii* in the next growing season after fertilization

处理水平	鳞茎数/个	$b_{A1}-b_{A3}$	$b_{A1}-b_{A2}$	$b_{A1}-b_{A0}$
A0	44.2	15.3*	13.4*	2.4
A1	41.8	12.9*	11.0	
A2	30.8	1.9		
A3	28.9			

说明：* 表示处理间存在显著性差异($P < 0.05$)。

(4, 32) = 3.838, $D = 0.107$ 。结果表明: A0 与 A2, A3 以及 A1 与 A3 有显著性差异, 其他处理之间无显著性差异(表 6)。

结合表 5 和表 6, 可以发现, 尿素处理平均单个鳞茎质量与尿素使用量明显线性负相关, 即用量越大, 鳞茎越小。

2.5 叶量主观评价

施肥的目的是提高鳞茎的产量, 通常在试验过程中挖出鳞茎称量来测定, 但挖出鳞茎后, 试验后期的动态便无从知晓。所以, 利用叶量主观评价来判断其地下鳞茎的生物量差异, 可一定程度上弥补鳞茎称重带来的不足, 从而反映施肥后红蓝石蒜的生长动态。

应用叶量主观评价法, 对各处理叶的数量、叶长、色泽等生长情况进行综合评分, 分值(d)范围为 0~100, 表 7 为各处理分值的方差分析表。

通过对主观评价分值的方差分析可知: 尿素各处理间有显著性差异, 磷酸二氢钾处理间无显著性差异, 两者交互作用不显著。进行 q 检验, $q_{0.05}(4, 32)=3.838$, $D=23.214$ 。结果表明: A0 与 A2, A3 以及 A1 与 A3 有显著性差异, 其他处理之间无显著性差异(表 8)。

可以看到: 主观评价分析结果与鳞茎生物量干质量的分析结果较为一致, 这可以极大地减少观测时的工作量, 且试验在不破坏红蓝石蒜生长条件的前提下, 可继续进行后续数据的观测测定。

2.6 叶观测指标与鳞茎生长量的关系

对叶观测指标与鳞茎生物量作进一步多元相关分析, 发现叶数与鳞茎生物量有显著的线性回归关系, 而芽数、叶长与生物量之间的线性回归关系不显著(叶长、芽数单独与生物量作一元回归时, 线性关系是显著的, 但多元回归时它们被剔除, 因为叶数、芽数、叶长之间不相互独立)。利用 SSPS 16 进行逐步筛选法(stepwise)进行回归分析, 相关系数 $R=0.941$, 得回归方程 $y=7.225x-40.21$ 。其中: x 表示叶数, y 表示生物量干质量(g)。综上, 在进行主观评价时可以用叶片数量的多少来评价地下鳞茎生物量的多少, 究其原因是种球(鳞茎球)越大、越多, 长出的叶数量越多。

3 讨论

通过对红蓝石蒜高用量施用尿素和磷酸二氢钾的效应分析, 发现尿素使用量在 $0.50 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 水平已经达到过量使用量, 虽然当季与对照处理叶数、芽数没有显著性差异, 但过量施用尿素后的第 2 个生长季对红蓝石蒜叶片数量、叶片长度、芽数、鳞茎数量以及鳞茎生物量均产生了显著的负面影响效应, 结合其他种类的施肥试验表现, 红蓝石蒜不宜使用尿素作为氮肥施用, 但具体原因尚待进一步验证^[10]; 而磷酸二氢钾的施用量 B_1 水平仅对当年生叶片数量有显著的促进作用, 但翌年生长季影响减弱, 对叶生长影响不显著, 表明红蓝石蒜对磷钾肥(磷酸二氢钾)的需求量较大, 耐受性良好。磷酸二氢钾施用量适宜水平在 $0.35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右。

表 6 施肥后翌年生长季红蓝石蒜鳞茎生物量 q 检验

Table 6 The q test of bulb biomass of *Lycoris haywardii* in the next growing season after fertilization

处理水平	生物量/(kg·处理 ⁻¹)	$c_{A_0}-c_{A_3}$	$c_{A_0}-c_{A_2}$	$c_{A_0}-c_{A_1}$
A0	0.314 0	0.188 5*	0.141 7*	0.057 2
A1	0.256 8	0.131 3*	0.084 5	
A2	0.172 3	0.046 8		
A3	0.125 5			

说明: * 表示处理间存在显著性差异($P<0.05$)。

表 7 红蓝石蒜主观评价方差分析表

Table 7 Variance analysis of subjective evaluation of *Lycoris haywardii*

变差来源	自由度	离差平方和	均方	F	F_{α}
A	3	10 366.7	3 455.6	7.871 1*	$F_{0.05}(3, 32)=2.9$
B	3	476.9	159.0	0.362 1	
A×B	9	1 393.2	154.8	0.352 6	
e	32	14 048.7	439.0		
T	47	26 285.5			

说明: * 表示处理间存在显著性差异($P<0.05$)。

表 8 红蓝石蒜叶量主观评价 q 检验

Table 8 The q test of subjective evaluation of *Lycoris haywardii*

处理	得分值	$d_{A_0}-d_{A_3}$	$d_{A_0}-d_{A_2}$	$d_{A_0}-d_{A_1}$
A0	78.41	39.66*	23.83*	11.74
A1	66.67	27.92*	12.09	
A2	54.58	15.83		
A3	38.75			

说明: * 表示处理间存在显著性差异($P<0.05$)。

多元线性回归分析中叶片数量与鳞茎生物量呈线性相关关系，符合植物地上地下部分一致性的基本规律，所以，可以利用主观评价法依据叶片数量的多少定性估计鳞茎的生物量，其结果与挖掘鳞茎称量的结果相一致，而且这种方法可以在保证红蓝石蒜种球正常生长的情况下，估计地下鳞茎的动态变化，实时掌握施肥对鳞茎产量的影响效应，因此，对红蓝石蒜的栽培管理具有重要意义。

参考文献：

- [1] 裴鉴, 丁志遵. 中国植物志: 第 16 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1989: 16 - 17.
- [2] 张露, 曹福亮. 石蒜属植物栽培技术研究进展[J]. 江西农业大学学报, 2001, **23** (3): 375 - 378.
ZHANG Lu, CAO Fuliang. Advance on the cultural technology in genus *Lycoris* [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2001, **23** (3): 375 - 378.
- [3] 刘青, 谢菊英, 李向楠, 等. 石蒜属植物的繁殖与栽培[J]. 安徽农业科学, 2007, **35** (33): 10678 - 10679.
LIU Qing, XIE Juying, LI Xiangnan, *et al.* Cultivation and propagation of *Lycoris* [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2007, **35** (33): 10678 - 10679.
- [4] 李云龙. 石蒜属植物引种栽培及开发利用[J]. 中国花卉园艺, 2007 (22): 38 - 41.
LI Yunlong. Introduction & cultivation and usage of genus *Lycoris* [J]. *Chin Flower Garden*, 2007 (22): 38 - 41.
- [5] 李玉萍, 余丰, 汤庚国. 遮光和栽培密度对石蒜生长及切花品质的影响[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004, **28** (3): 93 - 95.
LI Yuping, YU Feng, TANG Gengguo. Effects of planting density and shading level on the growth and the quality of cut flowers of *Lycoris radiate* [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2004, **28** (3): 93 - 95.
- [6] 杨志玲, 谭梓峰, 杨旭, 等. 施肥对红花石蒜物质积累和分配的影响[J]. 中南林学院学报, 2006, **26** (6): 150 - 154.
YANG Zhiling, TAN Zifeng, YANG Xu, *et al.* Effect of fertilization on accumulation and distribution of *Lycoris radiate* Matter [J]. *J Central South For Univ*, 2006, **26** (6): 150 - 154.
- [7] 刘志高, 黄华宏, 吴家胜, 等. 石蒜鳞茎栽培中施用氮磷钾肥的效应[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2009, **33** (2): 137 - 140.
LIU Zhigao, HUANG Huahong, WU Jiasheng, *et al.* The effects of N, P and K fertilizer applied in plantation of *Lycoris radiate* [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2009, **33** (2): 138 - 140.
- [8] 鲍淳松, 江燕, 冯有林, 等. 叶面施肥对红蓝石蒜生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2008 (增刊): 135 - 136, 193.
BAO Chunsong, JIANG Yan, FENG Youling, *et al.* Leaf growth response of *Lycoris haywardii* to foliage spray [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2008 (supp): 135 - 136, 193.
- [9] 鲍淳松, 江燕, 冯有林, 等. 施肥对红蓝石蒜生长的响应初报[J]. 江西农业大学学报, 2009, **31** (增刊): 27 - 31.
BAO Chunsong, JIANG Yan, FENG Youlin, *et al.* Growth response of *Lycoris haywardii* to levels of fertilizers [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2009, **31** (supp): 27 - 31.
- [10] 鲍淳松, 张海珍, 江燕, 等. 换锦花生长特性及其高施肥量对生长的影响[J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2010, **27** (增刊): 31 - 33
BAO Chunsong, ZHANG Haizhen, JIANG Yan, *et al.* Growth pattern and responses of *Lycoris sprengeri* to high-application of fertilizers [J]. *J Qingdao Agric Univ Nat Sci*, 2010, **27** (supp): 31 - 33.